

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 14 688 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 03 H 9/15**  
H 01 L 41/083  
H 01 L 41/107  
// H01L 41/18

⑳ Aktenzeichen: 198 14 688.4  
㉑ Anmeldetag: 1. 4. 98  
㉒ Offenlegungstag: 8. 10. 98

DE 198 14 688 A 1

③① Unionspriorität:

9-83005 01. 04. 97 JP  
9-360512 26. 12. 97 JP

㉑ Anmelder:

Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

㉒ Vertreter:

Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

㉓ Erfinder:

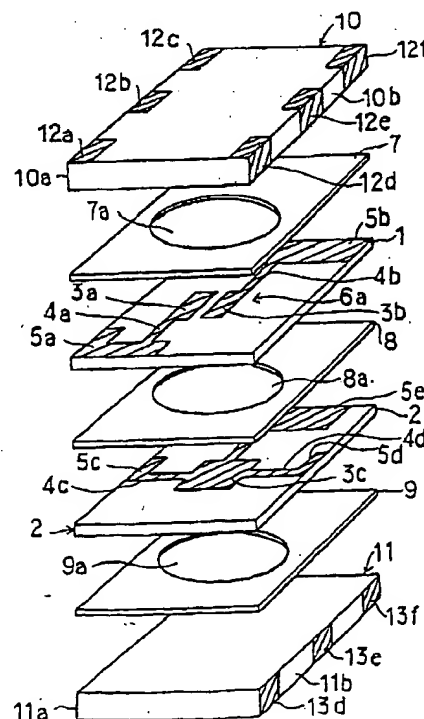
Gamo, Masao, Nagaokakyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Chip-artiges piezoelektrisches Filter

⑤7 Die vorliegende Erfindung sieht ein Chip-artiges piezoelektrisches Filter vor, das in der Lage ist, den Montage-  
raum zu verkleinern, während es gleichzeitig das Errei-  
chen einer Impedanzanpassung ermöglicht und auch die  
Stabilität der Filtercharakteristiken verbessert. Zu diesem  
Zweck ist ein Chip-artiges Filter vorgesehen, bei dem auf  
einem ersten piezoelektrischen Substrat (1) ein Filterab-  
schnitt mit Resonanzelektroden (3a, 3b) und einer ge-  
meinsamen Elektrode sowie auch ein Relaiskapazitätsab-  
schnitt gebildet ist, auf einem zweiten piezoelektrischen  
Substrat (2) ein zweiter Filterabschnitt mit einem Paar von  
Resonanzelektroden und eine gemeinsame Elektrode  
(3c), die diesen derart gegenüberliegt, daß sich die Ober-  
seite und die Unterseite überlappen, sowie ein Relaiska-  
pazitätsabschnitt angeordnet sind, und das eine Struktur  
besitzt, die bewirkt, daß die ersten und zweiten piezoelek-  
trischen Substrate (1, 2) übereinander geschichtet wer-  
den und durch eine zwischen ihnen angeordnete Kleb-  
stoffschicht (8) miteinander verklebt werden.



DE 198 14 688 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen Chip-artige piezoelektrische Filter mit einer Schaltungskonfiguration, die eine Vielzahl von elektrisch gekoppelten piezoelektrischen Filterabschnitten umfaßt, und im einzelnen ein Chip-artiges piezoelektrisches Filter mit einem Schaltkreis, der einen ersten piezoelektrischen Filterabschnitt und einen zweiten piezoelektrischen Filterabschnitt umfaßt, die von der Art sind, daß sie die Energie lokal festhalten bzw. konzentrieren (energy trap type), und die elektrisch miteinander über einen Relaiskondensator (relay capacitor) gekoppelt sind.

Herkömmlicherweise werden piezoelektrische Filter der Energie lokalisierenden bzw. konzentrierenden Art (energy trap type) als Zwischenfrequenzfilter zur Verwendung bei tragbaren Telephonapparaten oder Handtelephonapparaten benutzt, die als mobile Fernmeldeeinrichtungen dienen. Bei den piezoelektrischen Filtern dieser Art ist es auch notwendig, daß diese Filter wie bei anderen elektronischen Teilen oder Bauteilen als oberflächenmontierbare Chipbauteile angeordnet werden.

Zu diesem Zweck ist ein Chip-artiges piezoelektrische Filter vorgeschlagen worden, das in einer auseinandergezogenen perspektivischen Darstellung in **Fig. 19** gezeigt ist. Wie aus **Fig. 19** deutlich wird, ist ein Chip-artiges piezoelektrisches Filter **51** z. B. dadurch aufgebaut, daß ein piezoelektrisches Substrat **52** verwendet wird, das aus einem ausgewählten piezoelektrischen Material wie z. B. einem piezoelektrischen Blei-Zirkonat-Titanat-Keramikmaterial (PZT-Keramik) hergestellt ist. In diesem Fall sind auf dem piezoelektrischen Substrat **52** erste und zweite Filterabschnitte und ein Relaiskapazitätsabschnitt ausgebildet.

Genauer gesagt ist der erste Filterabschnitt angeordnet, indem ein Paar von Resonanzelektroden **53a**, **53b** auf der Oberfläche bzw. Oberseite des piezoelektrischen Substrats **52** ausgebildet sind, während auf der Unterfläche bzw. Unterseite des piezoelektrischen Substrats **52** eine gemeinsame Elektrode (nicht gezeigt) ausgebildet ist, die den Resonanzelektroden **53a**, **53b** derart gegenüberliegt, daß die Resonanzelektroden über ihr liegen, die gemeinsame Elektrode aber auf der Unterseite entlang der Dicke des Substrats liegt – man könnte sagen in einer Art, in der die Oberseite die Unterseite "überlappt". In ähnlicher Weise ist der zweite Filterabschnitt angeordnet, indem ein Paar von Resonanzelektroden **54a**, **54b** auf der Oberseite des piezoelektrischen Substrats ausgebildet ist, während eine gemeinsame Elektrode (nicht gezeigt) auf der Substratunterseite ausgebildet ist.

Die Resonanzelektrode **53a** ist mit einer Anschlußelektrode **55a** verbunden, die so ausgelegt ist, daß sie sich entlang einer Stirnfläche des piezoelektrischen Substrats **52** erstreckt. Andererseits ist die Resonanzelektrode **54a** mit einer Anschlußelektrode **55b** gekoppelt, die sich entlang der gegenüberliegenden Stirnfläche des piezoelektrischen Substrats **52** erstreckt. Die Anschlußelektroden **55a**, **55b** sind jeweils mit äußeren bzw. externen Elektroden gekoppelt, die jeweils als eine Eingangs- oder Ausgangselektrode dienen, wie später noch beschrieben werden wird.

Eine Kapazitätselektrode **56a** ist zentral auf der Oberseite des piezoelektrischen Substrats **52** ausgebildet. In ähnlicher Weise ist eine Kapazitätselektrode von im wesentlichen der gleichen Größe auf der Substratunterseite derart ausgebildet, daß diese der Kapazitätselektrode **56a** gegenüberliegt, wobei das Substrat **52** zwischen diesen angeordnet bzw. "eingezwängt" ist, und sich nach oben bis zu einer Seitenkante des Substrats **52** erstreckt (damit sie mit einer externen Elektrode **58b** auf der Kantenfläche verbunden werden kann). Das Paar der Kapazitätselektroden bildet einen Kondensator, der als ein Relaiskapazitätsabschnitt dient.

Die Kapazitätselektrode **56a** ist mit den Resonanzelektroden **53b**, **54b** gekoppelt. Die unterseitige Kapazitätselektrode ist so verlängert, daß sie zentral auf einer Längskantenflächen des piezoelektrischen Substrats **52** liegt.

Ein Paar von äußeren Substraten **57**, **58** ist auf den einander gegenüberliegenden Flächen des piezoelektrischen Substrats **52** aufgebracht, indem sie unter Verwendung eines Klebstoffs miteinander verklebt worden sind. Es sei hier angemerkt, daß zum Aufkleben dieser äußeren Substrate **57**, **58** mit Hilfe eines Klebstoffs ausgesparte Abschnitte **58d** (einer von ihnen auf der Seite des Substrats **57** ist nicht sichtbar) in den Oberflächen der äußeren Substrate **57**, **58** ausgebildet sind, um Räume zu bilden, die notwendig sind, damit die Vibration der ersten und zweiten Filterabschnitte ermöglicht wird. Oder alternativ dazu kann der verwendete Klebstoff auf ausgewählte Flächenbereiche des piezoelektrischen Substrats **52** aufgetragen werden, die nicht den Bereichen entsprechen, auf denen die ersten und zweiten Filterabschnitte angeordnet sind. Eine weitere Alternative besteht darin, daß mehr als ein einziger ausgesparter Abschnitt in den gegenüberliegenden Oberflächen der äußeren Substrate **57**, **58** ausgebildet werden kann, während gleichzeitig der Klebstoff auf den Innenflächen der äußeren Substrate **57**, **58** aufgebracht wird.

Das äußere Substrat **57** ist mit externen Elektroden **57a** bis **57c** ausgebildet. Die externen Elektroden **57a**–**57c** sind derart geformt, daß sich jede von ihnen quer über die Oberseite des externen Substrats **57** so erstreckt, daß sie auf einem Paar von gegenüberliegenden längsseitigen Kantenflächen davon aufliegt. In ähnlicher Weise ist das äußere Substrat **58** mit externen Elektroden **58a**–**58c** ausgebildet. Die externen Elektroden **58a**–**58c** sind so ausgebildet, daß sich jede quer über die Bodenfläche des externen Substrats **58** so erstreckt, daß sie auf einem Paar von längsseitigen Kantenflächen davon aufliegt.

Nach der Schichtung ist jede der externen Elektroden **57a**–**57c** elektrisch mit einer entsprechenden der externen Elektroden **58a**–**58c** gekoppelt. Folglich sind die externen Elektroden **57a**, **58a** mit der oben genannten Anschlußelektrode **55a** zur Verwendung als die Eingangs- oder Ausgangselektrode verbunden. Auch die externen Elektroden **57b**, **58b** sind mit der auf der Bodenfläche des piezoelektrischen Substrats **52** ausgebildeten Kapazitätselektrode verbunden. Außerdem sind die externen Elektroden **57b**, **58b** geerdet.

Andererseits sind die externen Elektroden **57c**, **58c** elektrisch miteinander gekoppelt und sind außerdem mit der Anschlußelektrode **55b** zur Verwendung als die Ausgangselektrode verbunden.

Eine Schaltungskonfiguration des so aufgebauten Chip-artigen piezoelektrischen Filters **51** ist in **Fig. 20** gezeigt.

Wie aus **Fig. 20** deutlich wird, besitzt das Chip-artige piezoelektrische Filter **51** eine Schaltungskonfiguration, in der die ersten und zweiten Filterabschnitte **53**, **54** über den Relaiskapazitätsabschnitt **56** miteinander verbunden sind.

Bei dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter **51** sind die ersten und zweiten Filterabschnitte **53**, **54** und ihr zugeordneter Relaiskapazitätsabschnitt **56** auf einem einzigen piezoelektrischen Substrat **52** ausgebildet. Folglich besteht ein Problem darin, daß im Falle einer Oberflächenbestückung unter Verwendung der externen Elektroden **57a**–**58c** der resul-

tierende Einbauräum in unerwünschter Weise vergrößert wird.

Man kann erwägen, daß bei dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter 51 ein Verfahren zum Reduzieren der Oberflächenmontagefläche darin liegt, die Bereiche der Resonanzelektroden 53a, 53b, 54a, 54b und der gemeinsamen Elektroden 53c, 54c zu verkleinern. Aber wenn der Bereich, in dem sich die Elektroden gegenüberliegen, in dem Filterabschnitt verkleinert wird, neigt die elektrostatische Kapazität dazu, sich gleichfalls im Wert zu verkleinern, was zu einem Anstieg des Wertes der Anpassungsimpedanz im Vergleich zu dem des Standes der Technik führen würde.

Außerdem können sich in den Fällen, in denen das piezoelektrische Substrat 52 selber in der Ausdehnung verkleinert wird, wobei die Elektrodenbereiche im Hinblick auf die ersten und zweiten Filterabschnitte unverändert bleiben, die sich ergebenden Filtercharakteristiken aufgrund der Tatsache verschlechtern, daß die Vibration der ersten und zweiten Filterabschnitte in einem bestimmten Teil, der mit dem verwendeten Klebstoff beschichtet ist, eingeschränkt oder unterdrückt wird.

Folglich ist man bei dem Versuch, die Miniaturisierung herbeizuführen, indem einfach der Elektrodenbereich und die Abmessungen des piezoelektrischen Substrats 52 verringert werden, immer an Grenzen gestoßen.

Deshalb ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein kleinstückiges Chipartiges piezoelektrisches Filter vorzusehen, bei dem der Anpassungsimpedanzwert unverändert bleiben kann, während die Verschlechterung seiner Filtercharakteristiken unterdrückt werden kann, selbst wenn es miniaturisiert ist, um den Oberflächenmontagebereich zu reduzieren.

Die Erfindung sieht ein Chip-artiges piezoelektrisches Filter der oben genannten Art vor, das gekennzeichnet ist durch ein erstes piezoelektrisches Substrat, auf dem der erste piezoelektrische Filterabschnitt angeordnet ist, ein zweites piezoelektrisches Substrat, auf dem der zweite piezoelektrische Filterabschnitt angeordnet ist, wobei der Relaiskondensator (6b, 6d) auf mindestens einem der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate angeordnet ist, und die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate in einer Dickenrichtung davon übereinander geschichtet bzw. laminiert sind.

Durch den oben beschriebenen Aufbau kann die benötigte Oberflächenmontagefläche im Vergleich zu dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter nach dem Stand der Technik beträchtlich reduziert werden, ohne Berücksichtigung der Tatsache, daß es eine Schaltungskonfiguration mit einer Vielzahl von piezoelektrischen Filtern aufweist, die durch ihren zugehörigen Relaiskondensator miteinander gekoppelt sind. Außerdem schwankt die Anpassungsimpedanz kaum, weil die Miniaturisierung oder das Herabsetzen der Größe erreicht werden kann, ohne daß der gegenüberliegende Bereich bzw. der Überlappungsbereich der Elektroden an den piezoelektrischen Filterabschnitten verkleinert werden muß. Folglich kann eine große Anwendbarkeit bei der großemäßigen Verkleinerung von Elektronikgeräten erwartet werden, die mobile Telephongeräte, die Chip-artige piezoelektrische Filter verwenden, einschließen, aber nicht darauf begrenzt sind.

Außerdem ist der Relaiskondensator auf mindestens einem der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate angeordnet, was mit anderen Worten heißt, daß der Kondensator auf dem gleichen Substrat zusammen mit dem piezoelektrischen Filterabschnitt angeordnet ist, wodurch jegliche möglichen Unterschiede zwischen den Temperaturcharakteristiken des Relaiskondensators und den Temperaturcharakteristiken des piezoelektrischen Filterabschnitts verringert oder minimiert werden können, so daß die Temperaturcharakteristiken des Chip-artigen piezoelektrischen Filters als Ganzes gesehen ebenfalls stabilisiert werden können.

Außerdem kann das Anordnen des Relaiskondensators auf dem piezoelektrischen Substrat die Notwendigkeit verhindern, daß für die Außensubstrate irgendwelche "speziellen" dielektrischen Materialien mit einer erhöhten Dielektrizität und hohen Kosten verwendet werden müssen, die außerdem auf die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate auf laminiert werden müssen, wodurch wiederum die Produktionskosten für die Chip-artigen piezoelektrischen Filter verringert werden können. Da es außerdem möglich ist, jegliches gewünschte Außensubstratmaterial auszuwählen, ohne daß man dessen Dielektrizität berücksichtigen muß, können die Außensubstrate auch solche Materialien umfassen, die exzellente mechanische Eigenschaften aufweisen, was es ermöglicht, daß die Zuverlässigkeit des Chip-artigen piezoelektrischen Filters weiter gesteigert werden kann.

Bei dem oben beschriebenen Chip-artigen piezoelektrischen Filter kann der Relaiskondensator vorzugsweise ein Paar von Kapazitäts Elektroden umfassen, die auf den oben und unteren Hauptflächen mindestens eines der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate vorgesehen sein können und einander gegenüberliegen.

Der oben beschriebene Aufbau macht es möglich, daß der Relaiskondensator mit einem ausreichenden Wert problemlos gebildet werden kann.

Bei dem oben beschriebenen Chip-artigen piezoelektrischen Filter kann jeder der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte ein Paar von Resonanzelektroden, die auf einer der oberen und unteren Hauptflächen des piezoelektrischen Substrats vorgesehen sind, und eine gemeinsame Elektrode umfassen, die auf der anderen der oberen und unteren Hauptflächen des piezoelektrischen Substrats vorgesehen ist und dem Paar von Resonanzelektroden gegenüberliegt.

Bei dem oben beschriebenen Chip-artigen piezoelektrischen Filter sind die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate vorzugsweise übereinander geschichtet, so daß die gemeinsamen Elektroden der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte einander gegenüberliegen.

Der oben beschriebene Aufbau macht es möglich, daß die Streukapazität zwischen den ersten und zweiten piezoelektrischen Filtern verringert wird, wodurch es wiederum möglich wird, exzellente Filtercharakteristiken zu erzielen.

Bei dem oben beschriebenen Chip-artigen piezoelektrischen Filter kann das erste piezoelektrische Substrat außerdem eine erste Abschirmelektrode umfassen, die auf der Hauptfläche vorgesehen ist, auf der die gemeinsame Elektrode des ersten piezoelektrischen Filterabschnitts vorgesehen ist, und die elektrisch mit der gemeinsamen Elektrode gekoppelt ist, wobei das zweite piezoelektrische Substrat außerdem eine zweite Abschirmelektrode umfaßt, die auf der Hauptfläche vorgesehen ist, auf der die gemeinsame Elektrode des zweiten piezoelektrischen Filterabschnitts vorgesehen ist, und die elektrisch mit der gemeinsamen Elektrode gekoppelt ist, und die ersten und zweiten Abschirmelektroden liegen in der Dickenrichtung des ersten und des zweiten piezoelektrischen Substrats zumindest teilweise einander nicht gegenüber.

Diese Struktur ermöglicht es, die Streukapazität zu unterdrücken, während gleichzeitig ein Anstieg der elektrischen Kapazität zwischen den Eingangs-/Ausgangssignalen und der Masse minimiert wird, was vorteilhaft zur Erzielung von weiter verbesserten Filtercharakteristiken beitragen kann.

Bei dem oben beschriebenen Chip-artigen piezoelektrischen Filter können eine externe Eingangs-/Ausgangselektrode und eine an Erde gelegte externe Elektrode auf der äußeren Fläche eines Schichtkörpers vorgesehen sein, der durch Über-einanderschichten des ersten und zweiten piezoelektrischen Substrats in ihrer Dickenrichtung gebildet ist. Gemäß einer speziellen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die externe Eingangs-/Ausgangselektrode mit einer der Resonanzelektroden der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte verbunden, wobei der Relaiskapazitätsabschnitt aus einem Paar von Kapazitätselektroden aufgebaut ist, und eine Kapazitätselektrode elektrisch mit der externen Elektrode gekoppelt ist, die wiederum an der Erde (Masse) angeschlossen ist.

Diese und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden genauen Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung deutlich, wie sie in den beigegeführten Zeichnungen veranschaulicht sind. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Diagramm, das eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht eines Chip-artigen piezoelektrischen Filters gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt,

**Fig. 2** eine perspektivische Ansicht zur Erläuterung der Form der Elektroden, die auf einem ersten piezoelektrischen Substrat ausgebildet sind, das bei dem in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsbeispiel verwendet wird,

**Fig. 3A und 3B** jeweils Schaltdiagramme zur Erläuterung der Schaltkreise, die auf den ersten und zweiten piezoelektrischen Substraten ausgebildet sind,

**Fig. 4A bis 4C** jeweils eine Draufsicht, eine Seitenansicht und eine Bodenansicht eines Chip-artigen piezoelektrischen Filters gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

**Fig. 5** ein Diagramm, das den Dämpfungsbetrag im Verhältnis zu der Frequenzcharakteristik und der Gruppenverzögerungszeitcharakteristik des Chipartigen piezoelektrischen Filters gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt,

**Fig. 6** eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht zur Erläuterung eines Chip-artigen piezoelektrischen Filters gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 7** eine perspektivische Ansicht zur Erläuterung einer Elektrodenstruktur, die auf einem zweiten piezoelektrischen Substrat ausgebildet ist, das bei dem zweiten Ausführungsbeispiel verwendet wird,

**Fig. 8** eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung zur Erläuterung eines Chip-artigen piezoelektrischen Filters gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 9** eine perspektivische Darstellung zur Erläuterung einer Elektrodenstruktur, die auf einem zweiten piezoelektrischen Substrat ausgebildet ist, das bei dem dritten Ausführungsbeispiel verwendet wird,

**Fig. 10A und 10B** jeweils schematische Querschnittansichten der Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in experimentellen Beispielen vorbereitet worden sind,

**Fig. 11A und 11B** jeweils schematische Schnittansichten zur Erläuterung der Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in Versuchsbeispielen vorbereitet worden sind,

**Fig. 12A und 12B** schematische Schnittansichten zur Erläuterung der jeweiligen Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in Versuchsbeispielen vorbereitet worden sind,

**Fig. 13A und 13B** schematische Schnittansichten zur Erläuterung der jeweiligen Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in Versuchsbeispielen vorbereitet worden sind,

**Fig. 14A und 14B** schematische Schnittansichten zur Erläuterung der jeweiligen Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in Versuchsbeispielen vorbereitet worden sind,

**Fig. 15A und 15B** schematische Schnittansichten zur Erläuterung der jeweiligen Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in Versuchsbeispielen vorbereitet worden sind,

**Fig. 16A und 16B** schematische Schnittansichten zur Erläuterung der jeweiligen Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in Versuchsbeispielen vorbereitet worden sind,

**Fig. 17A und 17B** schematische Schnittansichten zur Erläuterung der jeweiligen Chip-artigen piezoelektrischen Filter, wie sie in Versuchsbeispielen vorbereitet sind,

**Fig. 18** ein Diagramm, das die Beziehung einer Überlappungsbreite der ersten und zweiten Abschirmelektroden im Verhältnis zu der Streukapazität davon zeigt,

**Fig. 19** eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung zur Erläuterung eines typischen Chip-artigen piezoelektrischen Filters nach dem Stand der Technik,

**Fig. 20** ein Diagramm, das eine Schaltungskonfiguration des Chip-artigen piezoelektrischen Filters nach dem Stand der Technik zeigt.

Mehrere Chip-artige piezoelektrische Filter gemäß nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigegeführten Zeichnungen beschrieben.

**Fig. 1** ist ein Diagramm, das eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht eines Chip-artigen piezoelektrischen Filters gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Das chip-artige piezoelektrische Filter, das die Erfindung verkörpert, ist unter Verwendung von ersten und zweiten piezoelektrischen Substraten **1, 2** einer rechteckigen Plattenform aufgebaut. Die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate **1, 2** können entweder aus einer piezoelektrischen Keramik wie Blei-Zirkonat-Titanat-Keramik (PZT-Keramik) oder aus piezoelektrischen Einkristallen wie z. B. Quarz hergestellt sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate **1, 2** aus einer piezoelektrischen Keramik auf PZT-Basis hergestellt, wobei die Polarisierungsbehandlung entlang der Dicke davon durchgeführt worden ist.

Auf dem ersten piezoelektrischen Substrat **1** sitzt ein erster Filterabschnitt der Energie lokalisierenden Art, der im Dickenlongitudinalschwingungsmodus oder im "Ausdehnungsschwingungsmodus" arbeitet, wohingegen das zweite piezoelektrische Substrat **2** auf sich einen zweiten Filterabschnitt der Energie lokalisierenden Art aufweist, der den Dickenlongitudinalschwingungsmodus verwendet, während ein Relaiskapazitätsabschnitt auf einem der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate **1, 2** vorgesehen wird.

**Fig. 2** zeigt eine perspektivische Ansicht des ersten piezoelektrischen Substrats **1**; in **Fig. 2** sind diejenigen Elektroden, die auf der Unterfläche bzw. Unterseite des ersten piezoelektrischen Substrats **1** ausgebildet sind, derart dargestellt, daß

sie virtuell nach unten projiziert worden sind, und zwar nur zum Zwecke der Erleichterung des visuellen Verständnisses derselben. Das erste piezoelektrische Substrat 1 besitzt eine Oberfläche bzw. Oberseite, auf der ein Paar von Resonanzelektroden 3a, 3b zentral derart angeordnet ist, daß diese einander gegenüberliegen, wobei zwischen ihnen ein Abstand vorbestimmt ist. Das piezoelektrische Substrat 1 besitzt auch eine Unterseite, auf der eine gemeinsame Elektrode 3c ausgebildet ist, die so unter den Resonanzelektroden 3a, 3b liegt, daß die Oberseite die Unterseite überlappt, wobei das Substrat 1 zwischen diesen angeordnet ist.

Die Resonanzelektrode 3a ist durch einen Verbindungs-Leiterabschnitt 4a mit einer Anschlußelektrode 5a gekoppelt. Die Anschlußelektrode 5a ist so ausgelegt, daß sie sich so weit erstreckt, bis sie an einer Seitenfläche des piezoelektrischen Substrats 1 endet.

Die Resonanzelektrode 3b ist über einen Verbindungsleiter 4b mit einer Kapazitätselektrode 5b gekoppelt, die auch als Anschlußelektrode dienen kann.

Andererseits ist die gemeinsame Elektrode 3c auf der Unterseite des piezoelektrischen Substrats 1 durch Verbindungsleiter 4c, 4d jeweils mit Anschlußelektroden 5c, 5d gekoppelt. Die Anschlußelektroden 5c, 5d sind so ausgebildet, daß sie sich jeweils entlang gegenüberliegenden Seitenflächen 1a, 1b des piezoelektrischen Substrats 1 erstrecken. Die gemeinsame Elektrode 3c ist über einen Verbindungsleiter 4e auch mit einer Kapazitätselektrode 5e gekoppelt. Die Kapazitätselektrode 5e ist auf der Substratunterseite derart ausgebildet, daß sie der über ihr liegenden oberseitigen Kapazitätselektrode 5b gegenüberliegt, wobei das piezoelektrische Substrat 1 zwischen diesen liegt.

Eine Schaltungskonfiguration des piezoelektrischen Substrats 1 ist in Fig. 3A gezeigt. Wie aus Fig. 3A ersichtlich wird, ist das piezoelektrische Substrat 1 aus einem ersten Filterabschnitt 6a, der im wesentlichen aus den Resonanzelektroden 3a, 3b und deren zugeordneten gemeinsamen Elektrode 3c besteht, und einem Relaiskapazitätsabschnitt 6b aufgebaut, der die Kapazitätselektroden 5b, 5e umfaßt.

Nun wird wieder Bezug auf Fig. 1 genommen. Das andere piezoelektrische Substrat 2 kann ähnlich aufgebaut sein wie das piezoelektrische Substrat 1, außer daß es in bezug auf seine oberen und unteren Elektrodenmuster genau umgekehrt ausgelegt ist. Folglich sind auch in dem piezoelektrischen Substrat 2 ein zweiter Filter 6c und sein zugeordneter Relaiskapazitätsabschnitt 6d angeordnet, wie dies in Fig. 3B gezeigt ist. Es sei hier angemerkt, daß hinsichtlich der Elektroden des ersten piezoelektrischen Substrats 1 und den entsprechenden Elektroden des zweiten piezoelektrischen Substrats 2 eine Erläuterung weggelassen wird und diese mit den gleichen Bezugszeichen versehen werden.

Wie in Fig. 1 zu sehen ist, ist das Chip-artige piezoelektrische Filter dieses Ausführungsbeispiels derart aufgebaut, daß die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 in der Richtung der Dickenabmessung übereinander geschichtet bzw. laminiert sind, wobei zwischen ihnen ein Klebstoff 8 aufgebracht wird, damit sie fest aneinanderhaften. Genauer gesagt werden die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 übereinander geschichtet bzw. laminiert und durch den Klebstoff 8 zu einer einstückigen vielschichtigen Struktur eng miteinander verbunden, wobei bewirkt wird, daß die gemeinsamen Elektroden 3c, 3c der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte auf den Innenflächen der sich ergebenden Laminat- bzw. Schichtungsstruktur platziert werden.

Außerdem ist ein äußeres Substrat 10 auf die Oberseite des piezoelektrischen Substrats 1 laminiert, das darauf durch einen Klebstoff 7 aufgeklebt ist. In ähnlicher Weise ist ein anderes äußeres Substrat 11 auf der Bodenseite des piezoelektrischen Substrats 2 laminiert, indem es dort mit einem Klebstoff 9 aufgeklebt worden ist.

Es sei angemerkt, daß zur Bildung eines notwendigen Raums, der eine freie Vibration der ersten und zweiten Filterabschnitte erlaubt, die auf den ersten und zweiten piezoelektrischen Substraten 1, 2 aufgebracht sind, die Klebmaterialien 7-9 nicht auf ausgewählte Substratflächenabschnitte aufgetragen werden, auf denen die ersten und zweiten Filterabschnitte angeordnet sind. Folglich sind die Klebstoffschichten 7-9 in Fig. 1 derart dargestellt, daß sie in bestimmten Bereichen Öffnungen 7a-9a aufweisen, die den Stellen dieser Filterabschnitte entsprechen. Wahlweise können diese Öffnungen 7a, 9a aus den Klebstoffschichten 7-9 dann weggelassen werden, wenn Aussparungsabschnitte in den Innenflächen der äußeren Substrate 10, 11 vorgeformt sind und die Klebstoffmaterialien 7-9 auf die äußeren Substrate 10, 11 aufgebracht werden.

Die Kleber 7-9 werden zwar typischerweise auf einer der einander gegenüberliegenden Flächen der beiden Elemente aufgebracht, die zusammengeklebt werden sollen, aber sie können alternativ auch auf beiden Oberflächen aufgebracht werden, wenn dies geeignet ist. Eine weitere Alternative liegt darin, daß ein Klebstoff in Folienform mit den Öffnungen 7a-9a als Klebstoffmaterialien 7-9 verwendet werden kann.

Die äußeren Substrate 10, 11 können aus einem ausgewählten Isoliermaterial hergestellt werden, das dielektrische Keramikmaterialien, wie z. B. Aluminiumoxid, oder Kunststoff umfaßt, aber nicht auf diese beschränkt ist. Das äußere Substrat 10 besitzt auf seiner Oberseite externe Elektroden 12a-12f, von denen sich jede längenmäßig ausgehend von einem Teil der oberen Substratfläche bis zu der längsseitigen Kantenfläche 10a, 10b erstreckt, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Das andere äußere Substrat 11 besitzt Seitenkantenflächen 11a, 11b, auf denen an ausgewählten Stellen externe Elektroden 13d-13f ausgebildet sind, von denen jede positionsmäßig auf eine entsprechende der Elektroden 12d-12f entlang der Dicke der geschichteten Substrate 1, 2 ausgerichtet ist, die vertikale lineare Streifen auf der Seitenkantenfläche 11a, 11b vorsehen. Es sei angemerkt, daß die externen Elektroden 12a-12f nicht immer auf der Oberflächenseite ausgebildet werden, soweit diese auf den längsseitigen Kantenflächen 10a, 10b des äußeren Substrats 10 ausgebildet sind.

In ähnlicher Weise sind externe Elektroden 13a-13c auch an ausgewählten Stellen auf den gegenüberliegenden Seitenkantenflächen des Substrats 11 ausgebildet (siehe Fig. 4C), so daß sie positionsmäßig automatisch mit den externen Elektroden 12a-12c des Substrats 10 fluchten, wodurch beabstandete lineare Streifen darauf entlang der Dicke der laminierten bzw. übereinandergeschichteten Substrate 10, 11 gebildet werden.

Die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 und die äußeren Substrate 10, 11 sind übereinander geschichtet und dann durch Klebstoff miteinander verbunden, wodurch man ein Chip-artiges piezoelektrisches Filter erhält, wie es in den Fig. 4A-4C gezeigt ist. Es sei angemerkt, daß ein Elektrodenmuster, wie es in Fig. 4C gezeigt ist, auf der Unterseite des äußeren Substrats 11 als Elektroden ausgebildet ist, die mit den externen Elektroden 13a-13f verbunden werden sollen. Mit anderen Worten, die externen Elektroden 13c, 13f sind durch eine Elektrode 14a miteinander verbunden. Auch die externen Elektroden 13e, 13b, die als externe Elektroden dienen, die an der Erde bzw. Masse angeschlossen sind, sind

durch die Elektrode 14b miteinander gekoppelt. Außerdem sind die externen Elektroden 13a, 13d mit den Elektroden 14c, 14d auf der Unterseite verbunden. Hier besitzt die Elektrode 14b einen Verlängerungsabschnitt 14e, der sich zwischen den Elektroden 14c, 14d erstreckt. Der Verlängerungsabschnitt 14e ist vorgesehen, um die Streukapazität zu verringern, die zwischen der eingangsseitigen externen Elektrode 14c und der ausgangsseitigen externen Elektrode 14d inhärent ist.

Das Chip-artige piezoelektrische Filter 1 dieses Ausführungsbeispiels, das wie oben beschrieben angeordnet ist, besitzt eine Konfiguration, bei der die ersten und zweiten piezoelektrischen Filter über einen Relaiskondensator in einer Weise miteinander verbunden sind, die dem in Fig. 20 gezeigten Stromkreis entspricht. Eine Dämpfungsbetrag-zu-Frequenz-Charakteristik des Chip-artigen piezoelektrischen Filters ist in Fig. 5 zusammen mit deren Gruppenverzögerungszeitcharakteristik gezeigt. Aus Fig. 5 wird ersichtlich, daß der Durchlaßbereich in einen Bereich von 10,67 bis 10,93 MHz fällt, das wiederum dazu führt, daß ein hochwertiger Sperrfilter mit exzellenten Bandpaßcharakteristiken vorgesehen werden kann.

Mit dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter 1 nach diesem Ausführungsbeispiel kann der sich ergebende Betrag an Raum im Vergleich zu dem piezoelektrischen Filter 51 nach dem Stand der Technik, der eine Vielzahl von Filterabschnitten besitzt, die seitlich angeordnet sind (siehe Fig. 19), verringert werden, da das erste piezoelektrische Substrat 1 so ausgelegt ist, daß es die Anordnung des ersten Filterabschnitts 6a und des Relaiskapazitätsabschnitts 6b darauf erlaubt, wohingegen das zweite piezoelektrische Substrat 2 erlaubt, daß der zweite Filterbereich 6c und der Relaiskapazitätsabschnitt 6d darauf angeordnet werden können, während eine vielschichtige Laminatstruktur des ersten und zweiten piezoelektrischen Substrats 1, 2 entlang der Dicke davon vorliegt.

Da außerdem die Relaiskapazitätsabschnitte 6c, 6d auch so angeordnet sind, daß jeder von ihnen zwischen den ersten und zweiten piezoelektrischen Substraten 1, 2 unterteilt oder "aufgeteilt" ist, wird es außerdem möglich, die benötigte Fläche für die Kapazitätselektroden zu verringern, die auf den piezoelektrischen Substraten ausgebildet werden sollen, was vorteilhafterweise auch dazu dient, benötigten Einbauraum effektiv einzusparen.

Außerdem kann jegliche mögliche Streukapazität reduziert oder minimiert werden, weil die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 derart übereinander geschichtet werden, daß die gemeinsamen Elektroden 3c, 3c der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte 6a, 6b auf der Innenseite davon angeordnet werden.

Außerdem ist es möglich, ein hochwertiges Chip-artiges piezoelektrisches Filter mit ausgezeichneten Temperaturcharakteristiken vorzusehen, weil die Relaiskapazitätsabschnitte 6b, 6d auf den piezoelektrischen Substraten 1, 2 angeordnet werden, die die ersten und zweiten Filterabschnitte 6a, 6c bilden, wodurch bewirkt wird, daß die Filterabschnitte 6a, 6b und die Relaiskapazitätsabschnitte 6c, 6d bezüglich der Temperaturcharakteristiken identisch zueinander sind. Genauer gesagt bleibt es in den Fällen, in denen das piezoelektrische Substrat und der Relaiskapazitätsabschnitt so aufgebaut sind, daß separate, schichtweise angeordnete Substrate verwendet werden, bedingt durch einen möglichen Unterschied zwischen den Temperaturcharakteristiken des Filterabschnitts und denen des Relaiskapazitätsabschnitts schwierig, die Temperaturcharakteristiken gut zu steuern; im Gegensatz dazu können bei dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter 1 die Temperaturcharakteristiken erfolgreich stabilisiert werden.

Darüber hinaus ist es dann, wenn ein Kondensator zum Bilden des Relaiskapazitätsabschnitts auf dem äußeren Substrat gebildet wird, erforderlich, daß die äußeren Substrate 10, 11 aus speziellen Materialien mit erhöhter Dielektrizität hergestellt werden, wodurch die Produktionskosten ansteigen; im Gegensatz dazu ist es bei dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter dieses Ausführungsbeispiels nicht notwendig, daß derartige Kondensatoren auf den äußeren Substraten 10, 11 verwendet werden müssen, wodurch erlaubt wird, daß die äußeren Substrate 10, 11 aus dielektrischen Materialien bestehen können, die in sich eine niedrige Dielektrizität aufweisen, aber dennoch eine hohe Verarbeitbarkeit oder Bearbeitbarkeit aufweisen.

Fig. 6 veranschaulicht eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht zur Erläuterung eines Chip-artigen piezoelektrischen Filters gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Während bei dem oben beschriebenen Chip-artigen piezoelektrischen Filter 1 der Filterabschnitt und der Relaiskapazitätsabschnitt auf irgend einem der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 angeordnet sind, kann die vorliegende Erfindung alternativ dazu so ausgelegt sein, daß der Filterabschnitt allein auf mindestens einem piezoelektrischen Substrat angeordnet ist.

Genauer gesagt ist das Chip-artige piezoelektrische Filter gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, wie in Fig. 6 gezeigt ist, so aufgebaut, daß sein zweites piezoelektrisches Substrat 22 nicht mit einem Relaiskapazitätsabschnitt in Berührung kommt, während es nur erlaubt, daß der zweite Filterabschnitt darauf angeordnet wird. Die restlichen Teile oder Komponenten entsprechen im wesentlichen denen des oben genannten ersten Ausführungsbeispiels; folglich werden gleiche Bezugszeichen verwendet, um gleiche Komponenten zu bezeichnen, und eine genaue Beschreibung dieser Komponenten wird hier weggelassen.

Wie in Fig. 7 gezeigt ist, sind eine gemeinsame Elektrode 3c, Verbindungs-Leiterabschnitte 4c, 4d und Anschlußelektroden 5c, 5d auf der Oberseite des zweiten piezoelektrischen Substrats 22 ausgebildet; aber es sind darauf keine Teile ausgebildet, die dem Verbindungs-Leiterabschnitt 4e und der Anschlußelektrode 5e entsprechen. Auf der Unterseite sind die Resonanzelektroden 3a, 3b und die Verbindungsleiter 4a, 4b sowie auch die Anschlußelektroden 5a, 5f ausgebildet, während die Kapazitätselektrode 5b von Fig. 2 bei dieser Anordnung weggelassen worden ist.

In diesem Fall wird es auch möglich, die Schaltungskonfiguration zu erzielen, bei der die ersten und zweiten Filterabschnitte 6a, 6b über den Relaiskapazitätsabschnitt 6b verbunden sind, indem die Anschlußelektrode 5f über die Kondensatorelektrode 5e und die externen Elektroden 12f, 13f verbunden wird, wobei die Elektrode 5e auf der Oberseite des ersten piezoelektrischen Substrats 1 ausgebildet ist und auch als die Anschlußelektrode arbeitet.

Es sei angemerkt, daß zwar bei den ersten und zweiten Ausführungsbeispielen die ersten und zweiten Filterabschnitte 6a, 6c durch den zugeordneten Relaiskapazitätsabschnitt miteinander verbunden sind, daß aber außerdem gemäß den Prinzipien der Erfindung auch mehr als ein piezoelektrischer Filterabschnitt über einen Relaiskondensator in den Chip-artigen piezoelektrischen Filtern weiter angeschlossen sein kann.

Fig. 8 zeigt eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht eines Chip-artigen piezoelektrischen Filters gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dieses Ausführungsbeispiel gleicht im Aufbau dem Chip-artigen piezo-



elektrischen Filter des ersten Ausführungsbeispiels, wobei zusätzlich eine Abschirmelektrode in einer Art und Weise ausgebildet ist, die später noch beschrieben werden wird. Folglich sind in Fig. 8 gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen, wobei auf die oben gegebene Erläuterung Bezug genommen wird, damit diese Erläuterung nicht noch einmal wiederholt werden muß.

Bei dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter dieses Ausführungsbeispiels ist eine Abschirmelektrode 31 auf der Unterseite des ersten piezoelektrischen Substrats 1 ausgebildet, wohingegen eine andere Abschirmelektrode 32 auf der Oberseite des zweiten piezoelektrischen Substrats 2 ausgebildet ist.

Eine Musterform der Elektrode auf der Unterseite des ersten piezoelektrischen Substrats 1 wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 9 beschrieben. Wie aus Fig. 9 deutlich wird, ist die Abschirmelektrode 31 vor allem derart ausgebildet, daß sie elektrisch mit der gemeinsamen Elektrode 3c gekoppelt ist und sich entlang einer ausgewählten Kante erstreckt, die der Kante gegenüberliegt, an der die Kapazitätselektrode 5e ausgebildet ist.

Andererseits ist die Abschirmelektrode 32 bei dem zweiten piezoelektrischen Substrat 2 so ausgebildet, daß sie sich entlang einer speziellen Kante erstreckt, die der Kante gegenüberliegt, an der die Kondensatorelektrode 5e ausgebildet ist, und daß sie elektrisch mit der gemeinsamen Elektrode 3c gekoppelt ist.

Bei dem Chip-artigen piezoelektrischen Filter dieses Ausführungsbeispiels sind zwar die ersten und zweiten Filterabschnitte 6a, 6c durch ihren zugeordneten Relaiskapazitätsabschnitt in der Weise verbunden, wie dies oben beschrieben worden ist, aber die Abschirmelektroden 31, 32 sind außerdem jeweils mit den gemeinsamen Elektroden 3c, 3c verbunden, die an entsprechenden Filterabschnitten an Masse gelegt sind. Dadurch wird es möglich, daß die Streukapazität zwischen den Anschlußelektroden 5a, 5a effektiv weiter reduziert wird.

Bei diesem Ausführungsbeispiel sind vor allem die erste Abschirmelektrode 31 und die zweite Abschirmelektrode 32 speziell so angeordnet, daß sich diese entlang ihrer Dicke nicht überlappen, wodurch ermöglicht wird, daß die Streukapazität zwischen den ersten und zweiten Filterabschnitten 6a, 6b verringert wird, wodurch wiederum ermöglicht wird, daß die erforderlichen exzellenten Filtercharakteristiken erhalten werden.

Auf diese Weise kann jede mögliche Streukapazität zwischen den ersten und zweiten Anschlußelektroden 5a, 5a größtmäßig reduziert werden, so daß exzellente Resonanzcharakteristiken erhalten werden können, indem jeweils die ersten und zweiten Abschirmelektroden 31, 32 an den Filterabschnitten 6a, 6b ausgebildet werden, und indem außerdem die ersten und zweiten Abschirmelektroden 31, 32 so angeordnet werden, daß diese daran gehindert werden, sich zumindest teilweise entlang der Dicke der Struktur zu überlappen, wie unten noch genauer in Zusammenhang mit den Fig. 10 bis 18 beschrieben werden wird.

Die Fig. 10A bis 17B sind schematische Bildansichten von Anschlußelektroden 5a, 5a, die Schnittansichten der jeweiligen piezoelektrischen Filter zeigen, die jeweils die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 umfassen, die übereinandergeschichtet und durch Klebstoff miteinander verbunden sind, so daß sie eine vielschichtige Laminatstruktur bilden, wobei auf diesen Substraten jeweils die beschriebenen ersten und zweiten piezoelektrischen Filter 6a, 6b ausgebildet sind.

Wenn man beispielsweise das Chip-artige piezoelektrische Filter 41 betrachtet, das als Beispiel in Fig. 10A gezeigt ist, so erkennt man, daß die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 durch eine Klebstoffschicht 42, die zwischen ihnen angeordnet ist, übereinander laminiert sind. Es sei angemerkt, daß bei dem piezoelektrischen Filter 41 die Resonanzelektroden bzw. deren Äquivalente, wie sie auf den beiden Hauptflächen der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 ausgebildet sind, aus dieser Darstellung weggelassen worden sind. In den Fig. 10A bis 17B sind nur begrenzte Teile schematisch dargestellt, die die Anschlußelektroden 5a, 5a und die externen Elektroden 12a, 13a umfassen, die mit den Anschlußelektroden 5a, 5a verbunden sind, um den Effekt zu erläutern, der sich aufgrund der Ausbildung der ersten und zweiten Abschirmelektroden, wie oben besprochen worden ist, sowie auch aufgrund des Einflusses oder der Auswirkung ergibt, der bzw. die aus der Überlappung der Abschirmelektroden 31, 32 herrührt.

Genauer gesagt sind in dem piezoelektrischen Filter 41, das in Fig. 10A gezeigt ist, die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 übereinander geschichtet, wobei die Klebstoffschicht 42 zwischen ihnen angeordnet ist, während diejenigen Oberflächen, auf denen ihre gemeinsamen Elektroden 3c (siehe Fig. 1) ausgebildet sind, in einer Art und Weise nach innen ausgerichtet sind, die der des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels gleicht. Außerdem sind die Abschirmelektroden 31, 32 nicht in dem piezoelektrischen Filter 41 ausgebildet.

Andererseits ist bei einem piezoelektrischen Filter 42, wie es in Fig. 1 OB gezeigt ist, anders als bei dem piezoelektrischen Filter 41 das piezoelektrische Substrat 2 in einer Weise laminiert, daß die Anschlußelektrode 5a auf der Oberseite, d. h. auf der Innenfläche des zweiten piezoelektrischen Substrats 2 angeordnet ist.

Bei den jeweiligen piezoelektrischen Filtern 43A bis 49A, die in den Fig. 11A, 12A, 13A, 14A, 15A, 16A und 17A gezeigt sind, ist jeder ähnlich wie das piezoelektrische Filter 41A aufgebaut, indem die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate 1, 2 einander gegenüberliegen und bewirkt wird, daß die gemeinsame Elektrode 3c, die an der Masse angeschlossen ist, diesen direkt gegenüberliegt. Andererseits ist bei den jeweiligen piezoelektrischen Filtern 43B bis 49B, die in den Fig. 11B, 12B, 13B, 14B, 15B, 16B und 17B gezeigt sind, das zweite piezoelektrische Substrat 2 so laminiert, daß die Anschlußelektrode 5a auf der Oberseite des zweiten piezoelektrischen Substrats 2 ähnlich wie bei dem piezoelektrischen Filter 41B angeordnet ist. Folglich liegen bei den piezoelektrischen Filtern 43B–49B die gemeinsamen Elektroden 3c, die an der Masse angeschlossen sind, einander nicht gegenüber, wobei die Klebstoffschicht 42 dazwischen aufgebracht ist, was zu der Vorsehung einer speziellen Struktur mit einer großen Streukapazität führt, wenn man dies mit den piezoelektrischen Filtern 41A, 43A–49A vergleicht.

Andererseits ist das piezoelektrische Filter 43A, das in Fig. 11A gezeigt ist, so ausgelegt, daß sich die erste Abschirmelektrode 31 und die zweite Abschirmelektrode 32 einander in der Richtung entlang ihrer Dicke überlappen. Die Überlappungsbreite der ersten und zweiten Abschirmelektroden 31, 32 ist auch relativ vergrößert (die Überlappungslänge in der seitlichen Richtung von Fig. 11).

Bei dem in Fig. 11B gezeigten piezoelektrischen Filter 43B ist die Überlappungsbreite der ersten und zweiten Abschirmelektroden 31, 32 so wie bei dem piezoelektrischen Filter 43A ausgelegt.

Sowohl das in Fig. 12A gezeigte piezoelektrische Filter 44A als auch das in Fig. 13A gezeigte piezoelektrische Filter

45A gleichen im Aufbau dem piezoelektrischen Filter 43A, das in Fig. 11A gezeigt ist, wobei die Überlappungsbreite der ersten und zweiten Abschirmelektroden 31, 32 sequentiell kleiner ausgelegt ist. Auch die piezoelektrischen Filter 44B, 45B haben den gleichen Aufbau wie das piezoelektrische Filter 43B, wobei die Überlappungsbreite der ersten und zweiten Abschirmelektroden 31, 32 sequentiell verringert ist.

- 5 Andererseits sind in den piezoelektrischen Filtern 46A–49A, die in den Fig. 14A, 15A, 16A und 17A gezeigt sind, die ersten und zweiten Abschirmelektroden 31, 32 speziell derart angeordnet, daß sie sich zumindest teilweise nicht überlappen. Mit anderen Worten weisen diese Filter einen Aufbau auf, bei dem sich die ersten und zweiten Abschirmelektroden gemäß den Prinzipien der Erfindung, wie sie in Anspruch 5 genannt sind, zumindest teilweise nicht überlappen.

- 10 Andererseits überlappen sich die Abschirmelektroden in den piezoelektrischen Filtern 46B–49B, die in den Fig. 14B, 15B, 16B und 17B gezeigt sind, entlang der Dicke davon ähnlich wie bei den piezoelektrischen Filtern 46B–49A zumindest teilweise nicht. Es sei hier aber angemerkt, daß bei den piezoelektrischen Filtern 46B–49B das zweite piezoelektrische Substrat 2 umgedreht ist, so daß seine Oberseite im Hinblick auf die Ausrichtung des Substrats 2 an der Unterseite davon erscheint, wenn man dies mit den piezoelektrischen Filtern 46A–49A vergleicht.

- 15 Nun sind als die oben genannten piezoelektrischen Filter 41A, 41B, 43A, 43B–49A und 49B mehrere Chip-artige piezoelektrische Filter vorbereitet worden, die die piezoelektrischen Substrate 1, 2 umfassen, die aus der piezoelektrischen Blei-Zirkonat-Titanat-Keramik (PZT-Keramik) hergestellt sind und eine Größe von  $3,10 \times 3,45 \times 0,204$  mm aufweisen, wobei die Mittenfrequenz auf 10,8 MHz festgelegt worden ist. In diesem Fall ist die Überlappungsbreite der Abschirmelektroden 31, 32 so ausgelegt, daß sie wie oben angegeben variiert, und es sind auch welche hergestellt worden, die sich voneinander in der Kapazität  $C_1$ , die zwischen der Anschlußelektrode 5a, die auf der Oberseite des ersten piezoelektrischen Substrats 1 ausgebildet ist, und einem Referenzpotential gebildet wird, und auch in der Kapazität  $C_2$  (d. h. der elektrostatischen Kapazität zwischen dem Eingang und dem Ausgang) unterscheiden, die zwischen der Anschlußelektrode 5a, die auf dem ersten piezoelektrischen Substrat 1 gebildet ist, und der Anschlußelektrode 5a gebildet wird, die auf dem zweiten piezoelektrischen Substrat 2 gebildet ist.

25

30

35

40

45

50

55

60

65



Tabelle 1

- (A) Piezoelektrischer Resonator
- (B) Dimensionen entlang der Breite der Abschirmelektroden (mm) 5
- (C) Breite der einen Abschirmelektrode
- (D) Gesamtbreite der Abschirmelektroden 31, 32 10
- (E) Überlappungsbreite der Abschirmelektroden 31, 32 (mm)
- (F) Kapazität  $C_1$  zwischen dem Eingang/Ausgang und der Masse (pF/mm)
- (G) Streukapazität  $C_2$  zwischen dem Eingang und dem Ausgang (pF/mm) 15

(A)	(B)		(E)	(F)	(G)
	(C)	(D)			
41A	0	0	0	0	1,75
43A	2,8	2,8	2,8	$6,02 \times 10^1$	$4,25 \times 10^{-6}$
44A	1,0	1,0	1,0	$1,13 \times 10^1$	$9,41 \times 10^{-4}$
45A	0,2	0,2	0,2	4,31	$9,66 \times 10^{-2}$
46A	1,5	2,8	0,2	$1,34 \times 10^1$	$4,33 \times 10^{-5}$
47A	0,8	1,4	0,2	5,55	$7,60 \times 10^{-4}$
48A	0,8	1,6	0	5,07	$1,56 \times 10^{-3}$
49A	0,6	1,0	0,2	4,88	$5,75 \times 10^{-3}$
41B	0	0	0	0	1,75
43B	2,8	2,8	2,8	$6,04 \times 10^1$	$4,24 \times 10^{-6}$
44B	1,0	1,0	1,0	$1,13 \times 10^1$	$9,41 \times 10^{-4}$
45B	0,2	0,2	0,2	4,32	$9,82 \times 10^{-2}$
46B	1,5	2,8	0,2	$1,34 \times 10^1$	$3,80 \times 10^{-4}$
47B	0,8	1,4	0,2	5,58	$1,10 \times 10^{-3}$
48B	0,8	1,6	0	5,07	$2,49 \times 10^{-3}$
49B	0,6	1,0	0,2	4,90	$6,09 \times 10^{-3}$

Es sei angemerkt, daß die Verwendung von "pF/mm" als die Einheit der elektrostatischen Kapazität in Tabelle 1 bedeutet, daß die hier aufgelisteten Werte die Werte sind, die von der Standardisierung der elektrostatischen Kapazität durch einen Abstand in der Richtung entlang der Tiefe herrühren, d. h., der Richtung senkrecht zu den gegenüberliegenden Papierflächen in Fig. 10 bis Fig. 17.

Im Hinblick auf die piezoelektrischen Filter 41A, 41B, 43A, 43A-49A und 49B ist die Beziehung der elektrostatischen Kapazitätswerte  $C_1$ ,  $C_2$  im Verhältnis zu den Dimensionen entlang der Breite der ersten und zweiten Abschirmelektroden in Fig. 18 gezeigt. Eine durchgehende Linie P und eine gestrichelte Linie Q in Fig. 18 stellen jeweils  $C_1$  dar, d. h. die elektrostatische Kapazität zwischen der Anschlußelektrode, die mit dem ersten piezoelektrischen Filterabschnitt 6a und der Masse verbunden ist, nämlich die elektrostatische Kapazität zwischen der eingangsseitigen bzw. ausgangssseitigen Anschlußelektrode 5a und der Abschirmelektrode; die durchgehende Linie R und die gestrichelte Linie S geben die elektrostatische Kapazität  $C_2$  an, d. h. die Streukapazität zwischen den Anschlußelektroden 5a, 5a der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte.

Es sei hier angemerkt, daß die in Fig. 18 verwendeten Bezugszeichen den Bezugszeichen entsprechen, die bei den

oben beschriebenen piezoelektrischen Filtern verwendet worden sind.

Es sei auch angemerkt, daß diejenigen Werte, die mit den gestrichelten Linien Q, S angegeben sind, die Resultate anzeigen, die sich auf die Chip-artigen piezoelektrischen Filter 46A, 47A und 49A beziehen, wie sie in Übereinstimmung mit der Erfindung angeordnet sind, die in Anspruch 5 dargelegt ist.

- 5 Wenn man das Chip-artige piezoelektrische Filter 47A betrachtet, dessen Abschirmelektroden sich beispielshalber teilweise gegenüberliegen, so wird der sich ergebende Wert der Streukapazität vom Eingang zum Ausgang in diesem Fall durch einen Punkt a definiert. In den Fällen, in denen ein Versuch unternommen wird, diese Streukapazität zu erhalten, indem eine gewisse Struktur verwendet wird, bei der sich die Abschirmelektroden vollständig gegenüberliegen, kann die sich ergebende Streukapazität durch einen Punkt a' auf der Linie R in Fig. 18 definiert werden. Zu diesem Zeitpunkt liegt  
10 die Streukapazität zwischen der Eingangsselektrode und dem Erdungspotential (GND) bzw. zwischen der Ausgangselektrode und GND bei den Punkten b, b' unter den Bedingungen wie bei den Punkten a, a'. Wenn man diese beiden Werte (b, b') miteinander vergleicht, stellt man fest, daß der Punkt b einen kleineren Wert aufweist. Folglich kann in dem Fall, daß im wesentlichen der gleiche Grad an Reduzierungswirkung der Streukapazität vom Eingang zum Ausgang zwischen der sich teilweise gegenüberliegenden Struktur und der sich vollständig gegenüberliegenden Struktur erhalten wird, die frühere Struktur einen geringeren Anstieg an Streukapazität zwischen dem Eingang und GND bzw. dem Ausgang und GND  
15 als die zuletzt Genannte aufweisen.

- Als eine Folge davon sind die Chip-artigen piezoelektrischen Filter 46A-49A in der Lage, die Streukapazität vom Eingang zum Ausgang zu verringern, ohne die Streukapazität zwischen dem Eingang bzw. Ausgang und der Masse zu erhöhen, wodurch ermöglicht wird, daß exzellente Resonanzcharakteristiken erhalten werden. Dies kann behauptet werden, weil die Abschirmelektroden 31, 32 speziell so angeordnet sind, daß sich diese zumindest teilweise nicht gegenüberlie-  
20 gen.

#### Patentansprüche

- 25 1. Chip-artiges piezoelektrisches Filter, das einen Schaltkreis mit einem ersten piezoelektrischen Filterabschnitt (6a) und einem zweiten piezoelektrischen Filterabschnitt (6c) aufweist, die von der Energie lokal eingrenzenden Art sind, und die elektrisch miteinander über einen Relaiskondensator (6b, 6d) gekoppelt sind, **gekennzeichnet durch** ein erstes piezoelektrisches Substrat (1), auf dem sich der erste piezoelektrische Filterabschnitt (6a) befindet,  
30 ein zweites piezoelektrisches Substrat (2), auf dem sich der zweite piezoelektrische Filterabschnitt (6c) befindet, wobei der Relaiskondensator (6b, 6d) auf mindestens einem der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate (1, 2) angeordnet ist, und wobei die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate (1, 2) in einer Dickenrichtung davon miteinander lami-  
niert sind.  
2. Chip-artiges piezoelektrisches Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Relaiskondensator (6b, 6d) ein Paar von Kapazitätselektroden (5b, 5e) umfaßt, die auf den oberen und unteren Hauptflächen mindestens eines der ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate (1, 2) vorgesehen sind und einander gegenüberliegen.  
3. Chip-artiges piezoelektrisches Filter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte (6a, 6c) ein Paar von Resonanzelektroden (3a, 3b), die auf einer der oberen und unteren Hauptflächen des piezoelektrischen Substrats (1, 2) vorgesehen sind, und eine gemeinsame Elektrode (3c) umfaßt, die auf der anderen der oberen und unteren Hauptflächen des piezoelektrischen Substrats (1, 2) so  
40 vorgesehen ist, daß sie dem Paar von Resonanzelektroden gegenüberliegt.  
4. Chip-artiges piezoelektrisches Filter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten piezoelektrischen Substrate (1, 2) so laminiert sind, daß die gemeinsamen Elektroden (3c) der ersten und zweiten piezoelektrischen Filterabschnitte (6a, 6c) einander gegenüberliegen.  
45 5. Chip-artiges piezoelektrisches Filter nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das erste piezoelektrische Substrat (1) außerdem eine erste Abschirmelektrode (31) umfaßt, die auf der Hauptfläche vorgesehen ist, auf der die gemeinsame Elektrode (3c) des ersten piezoelektrischen Filterabschnitts (6a) vorgesehen ist, und die elektrisch mit der gemeinsamen Elektrode (3c) gekoppelt ist, daß das zweite piezoelektrische Substrat außerdem eine zweite Abschirmelektrode (32) umfaßt, die auf der Hauptfläche vorgesehen ist, auf der die gemeinsame Elektrode (3c) des zweiten piezoelektrischen Filterabschnitts (6c) vorgesehen ist, und die elektrisch mit der gemeinsamen Elektrode (3c) verbunden ist, und daß die ersten und zweiten Abschirmelektroden (31, 32) einander in der Dickenrichtung des ersten und zweiten piezoelektrischen Substrats (1, 2) zumindest teilweise nicht gegenüberliegen.  
6. Chip-artiges piezoelektrisches Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine externe Eingangs-/Ausgangselektrode und eine externe Elektrode, die an der Masse angeschlossen ist, auf der Außen-  
55 seite eines Laminatkörpers vorgesehen sind, der durch Laminieren des ersten und zweiten piezoelektrischen Substrats in der Dickenrichtung davon ausgebildet ist.

---

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

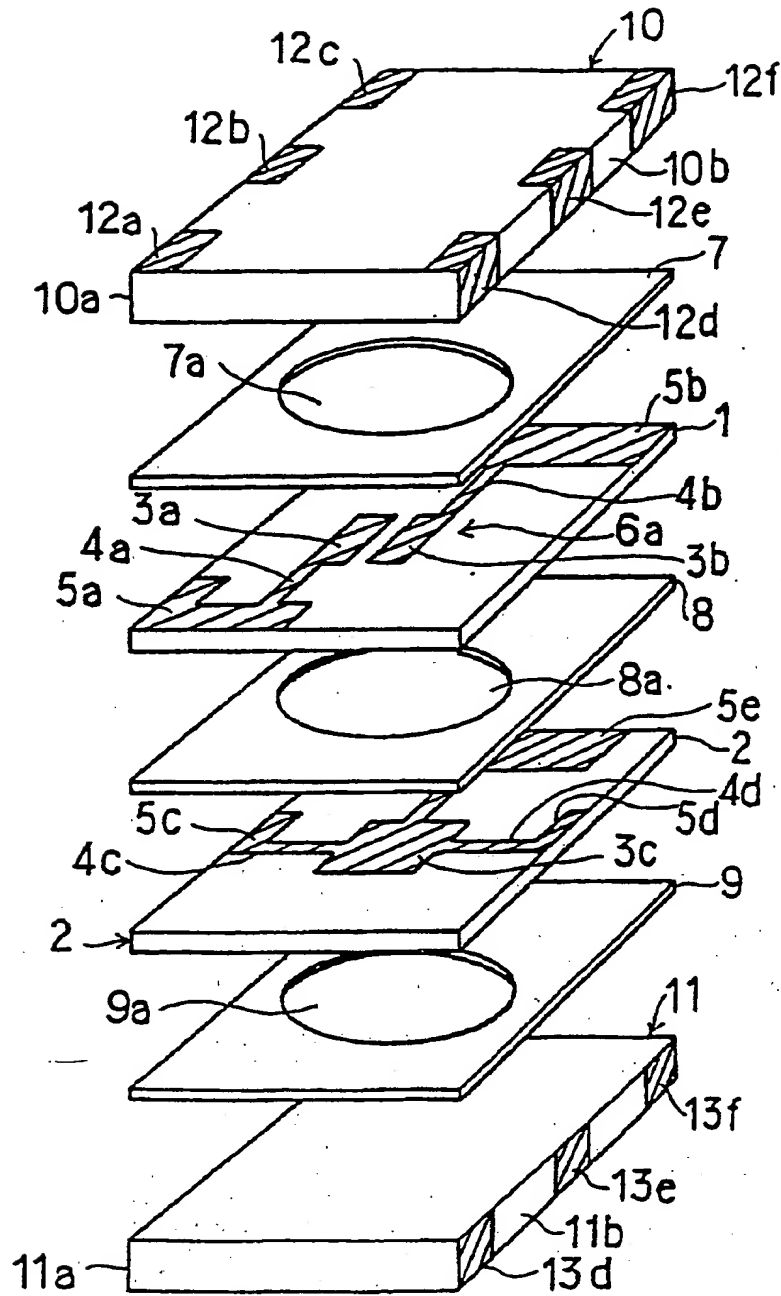


Fig. 2

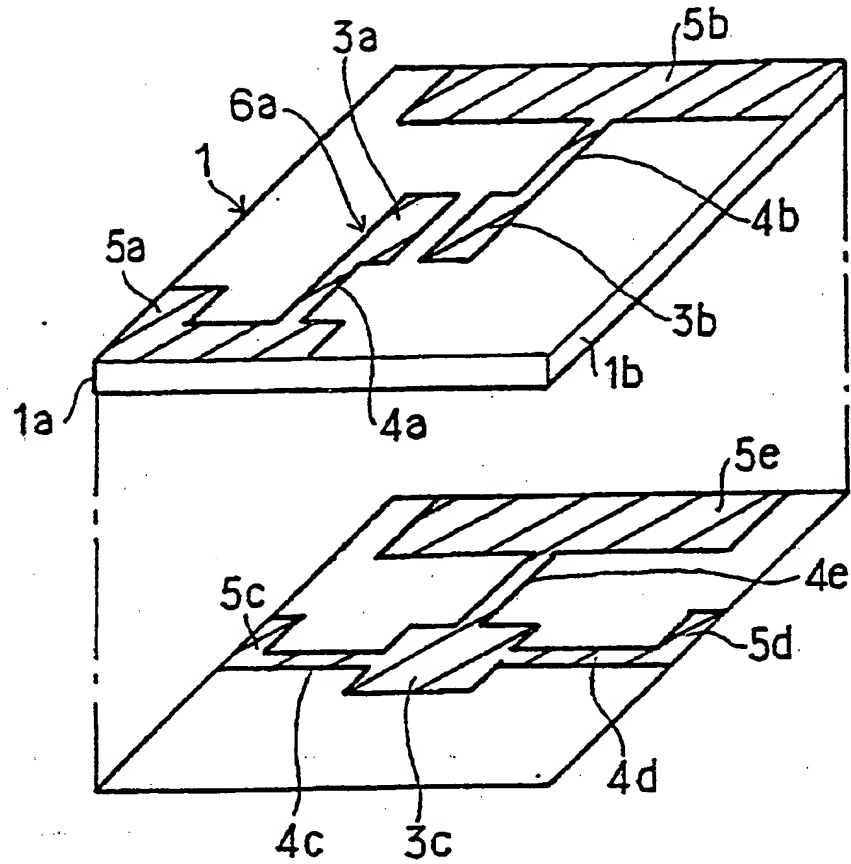
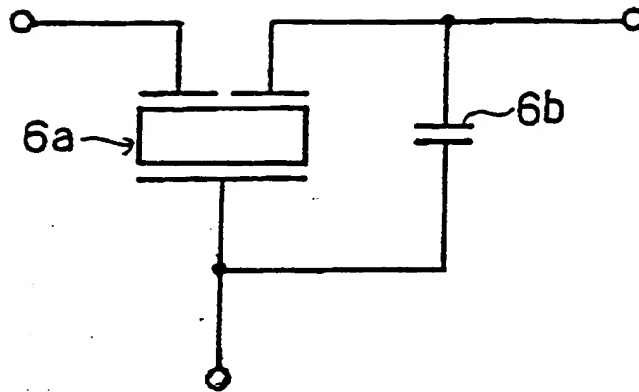


Fig. 3

(a)



(b)

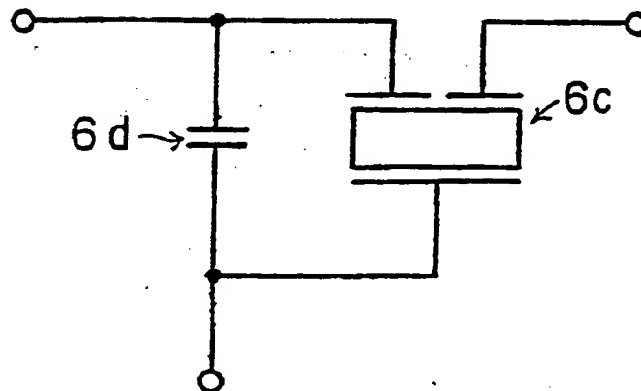


Fig. 4(a)

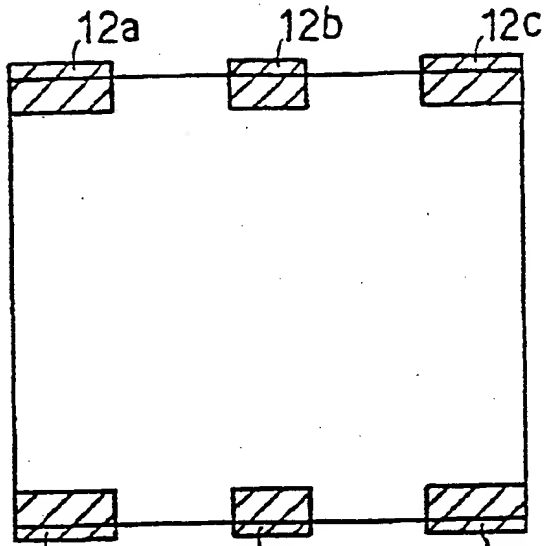


Fig. 4 (b)

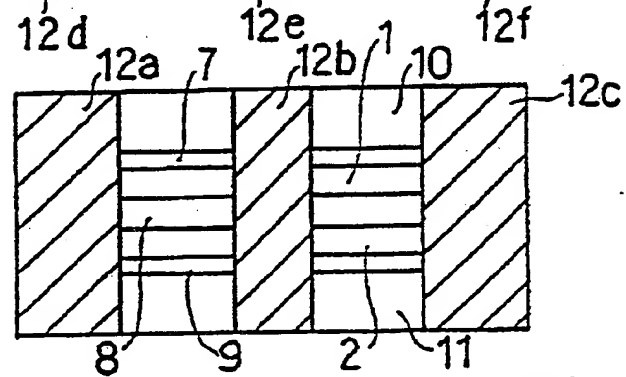


Fig. 4(c)

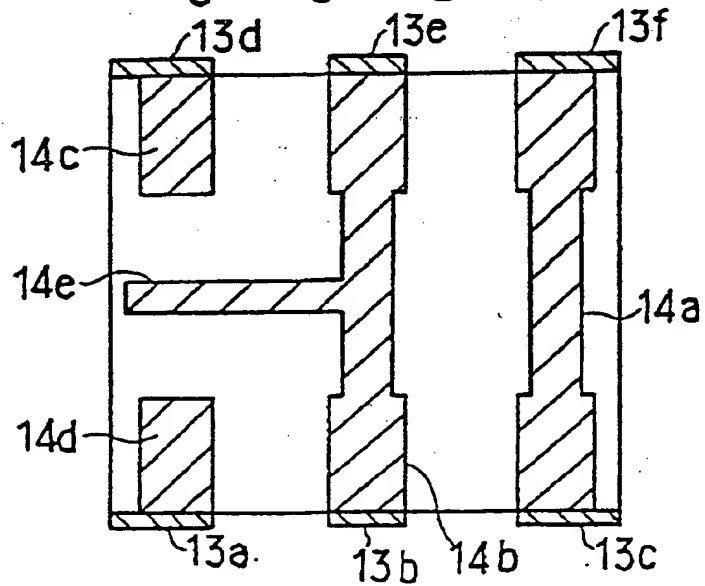


Fig. 5

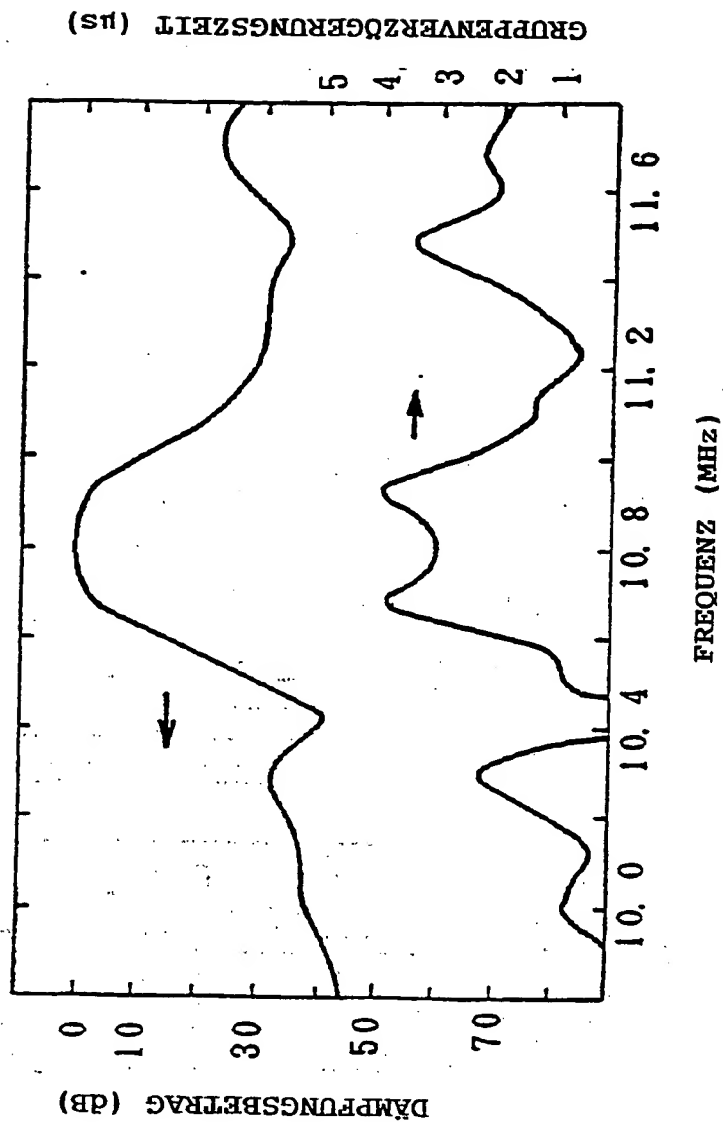




Fig. 6

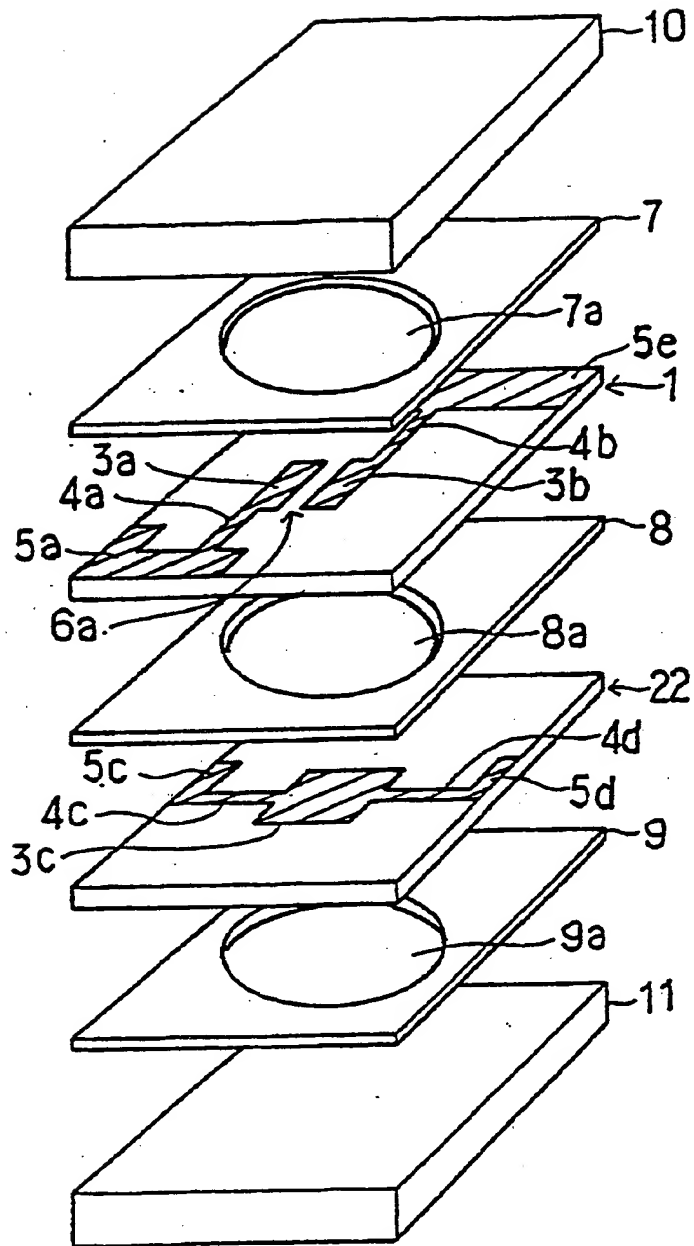


Fig. 7

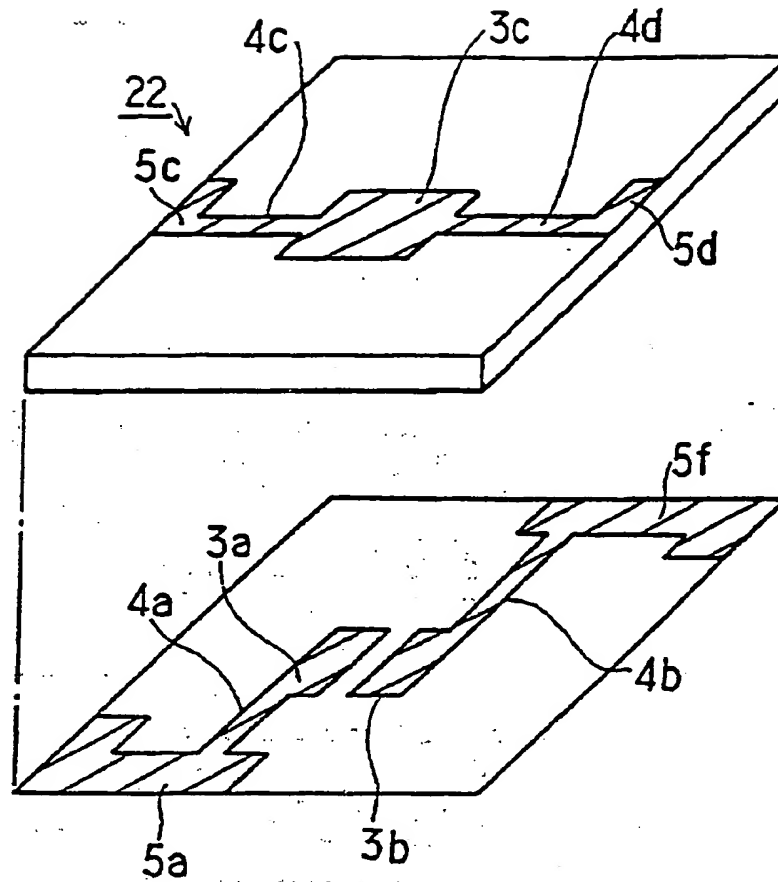


Fig. 8

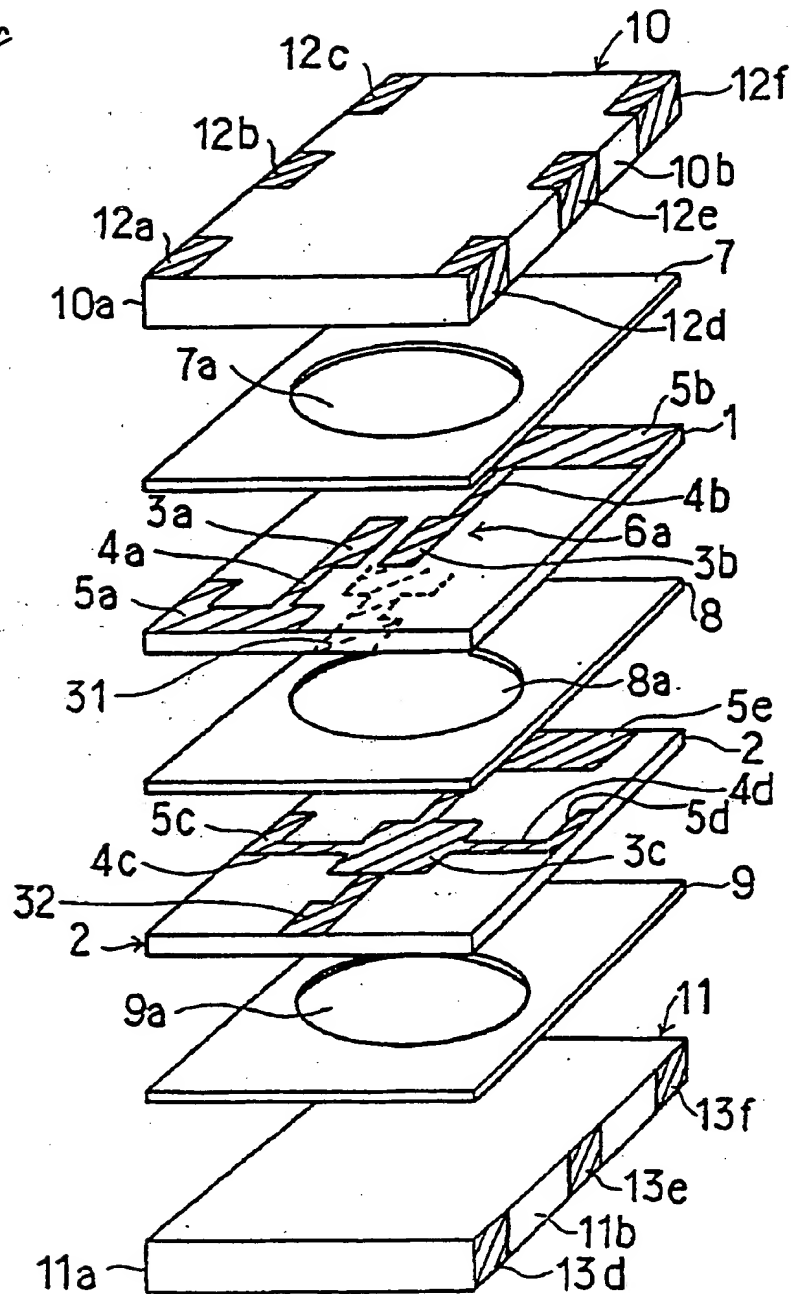
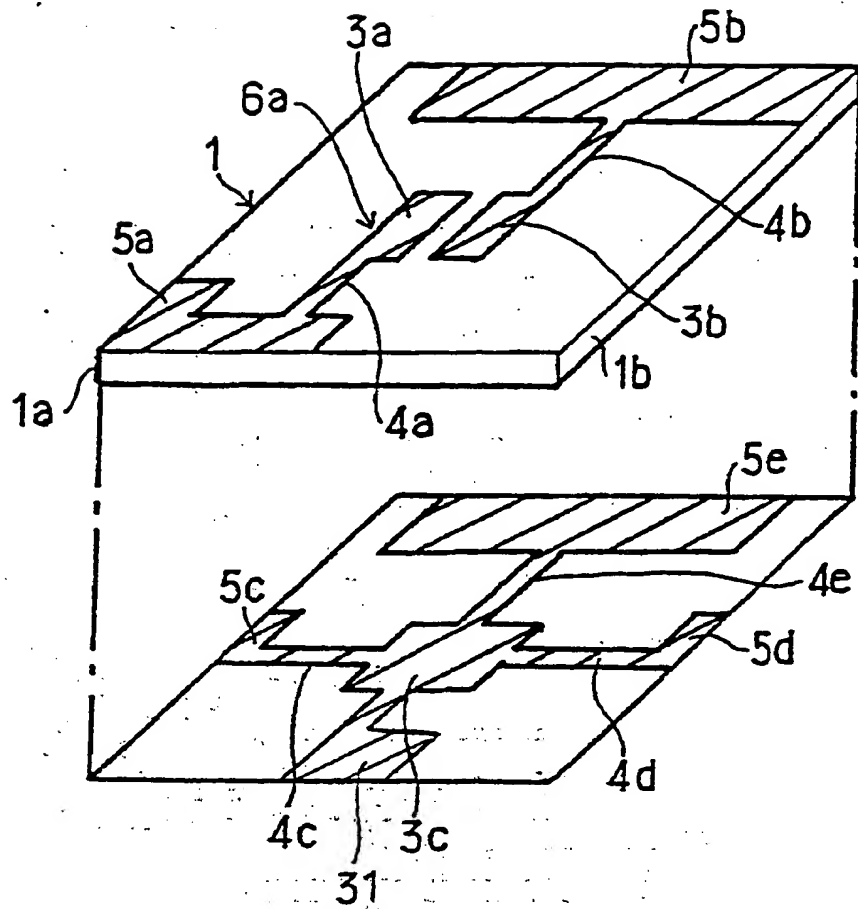
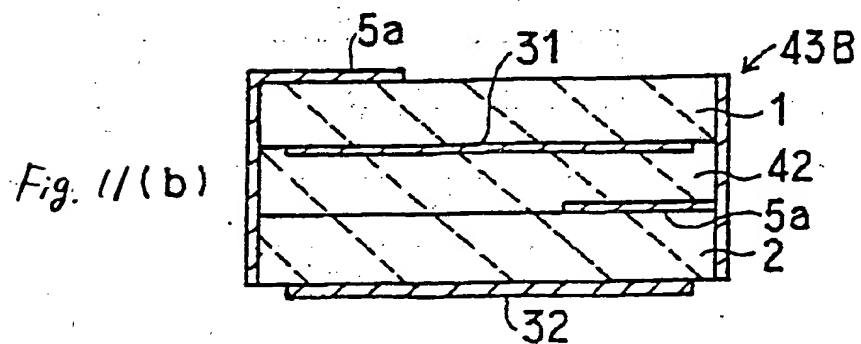
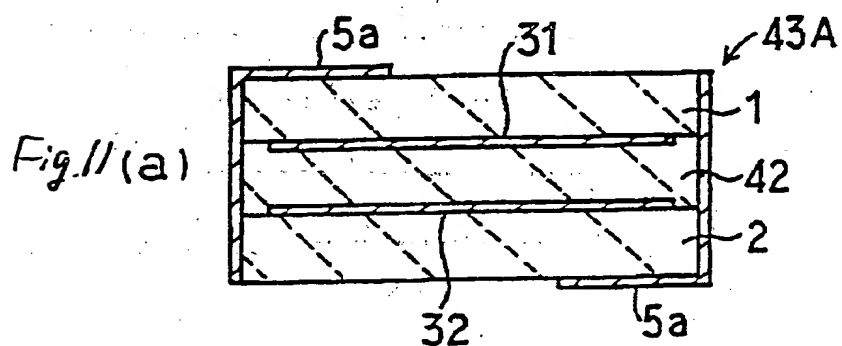
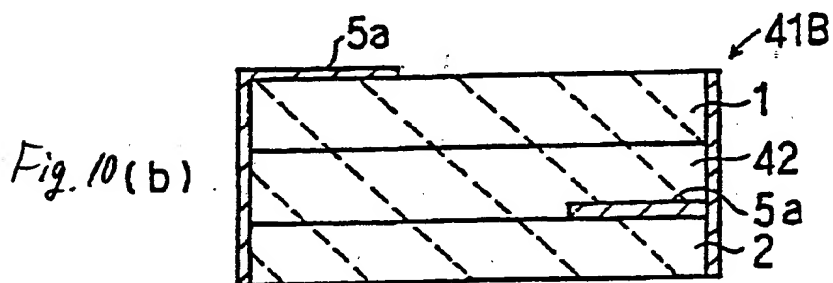
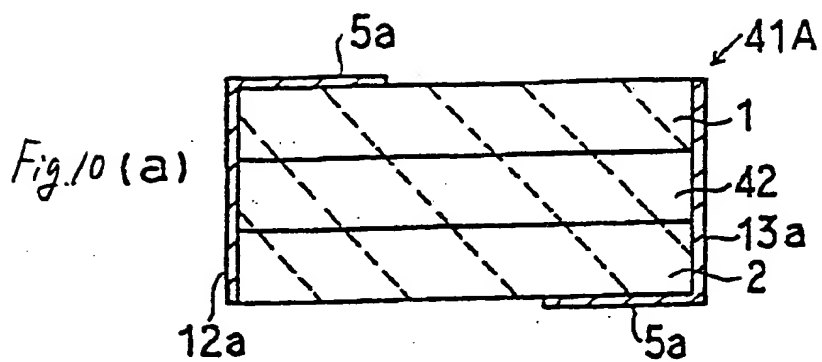
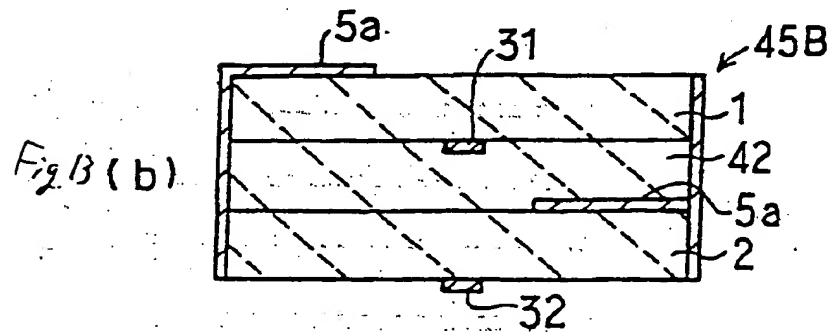
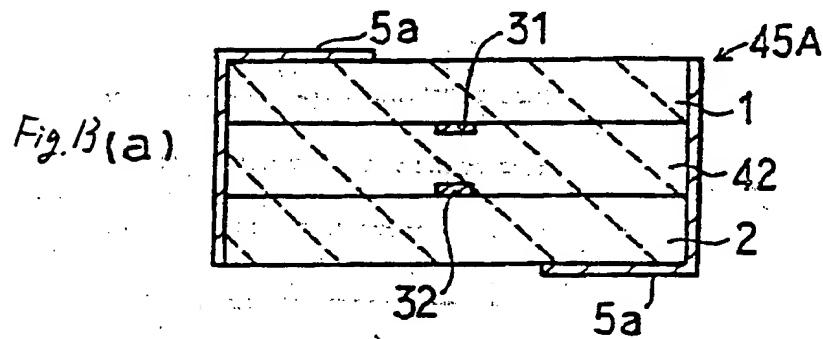
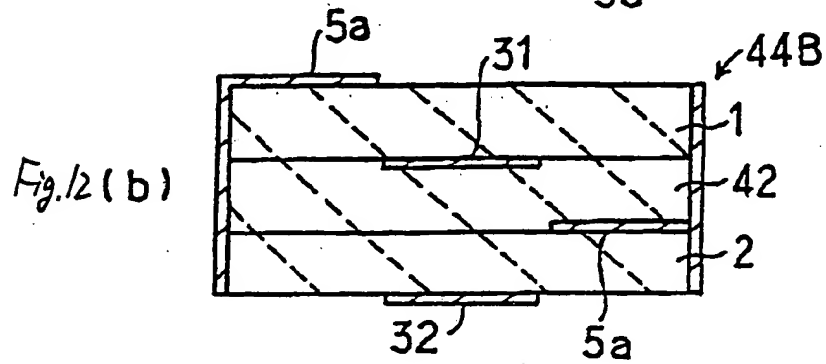
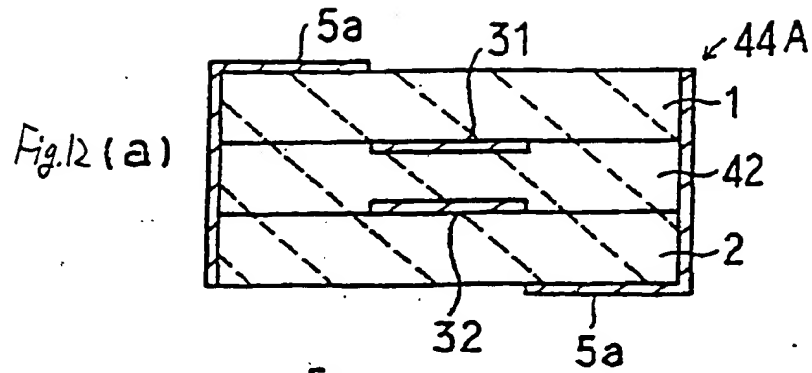
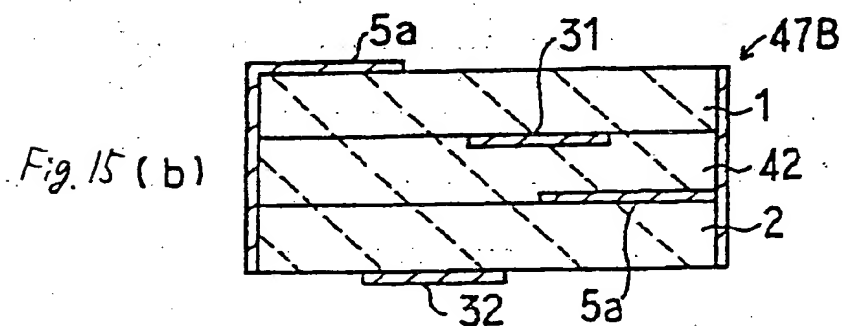
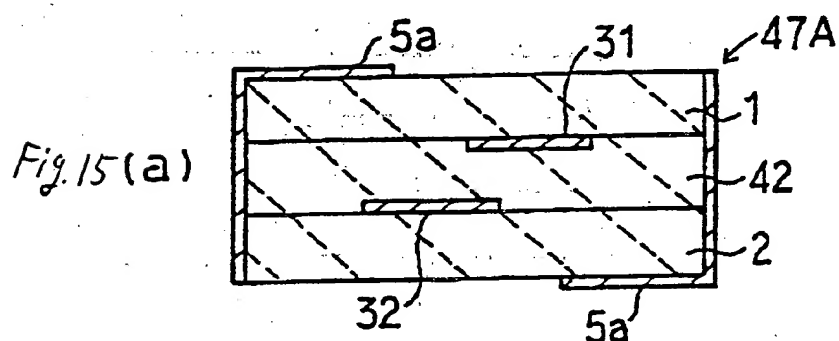
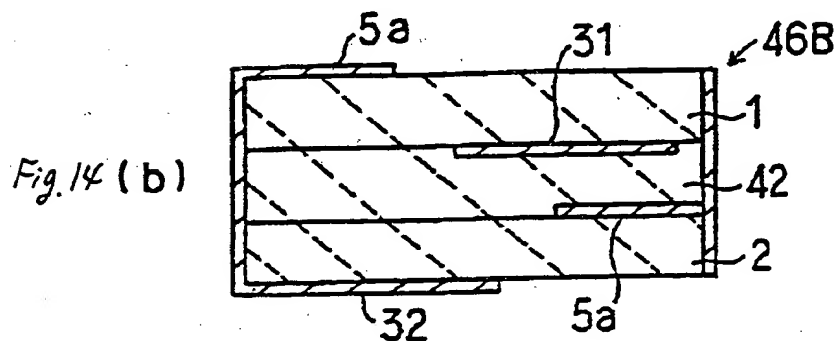
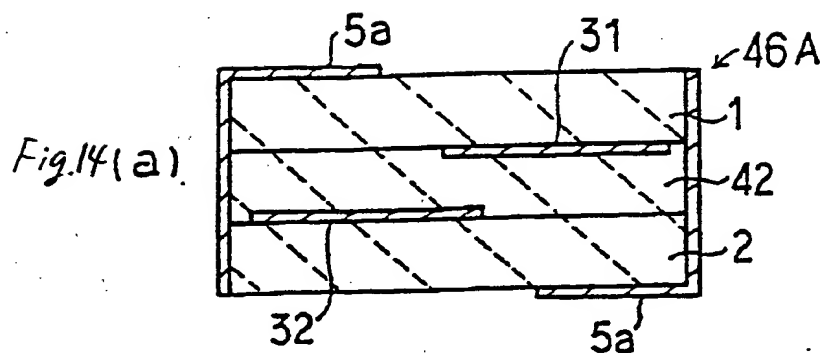


Fig. 9.











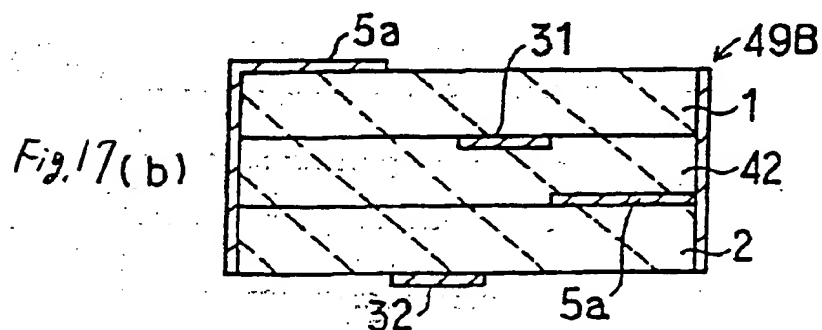
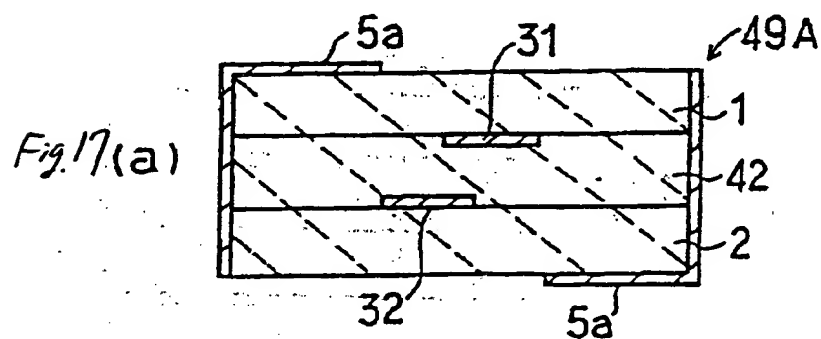
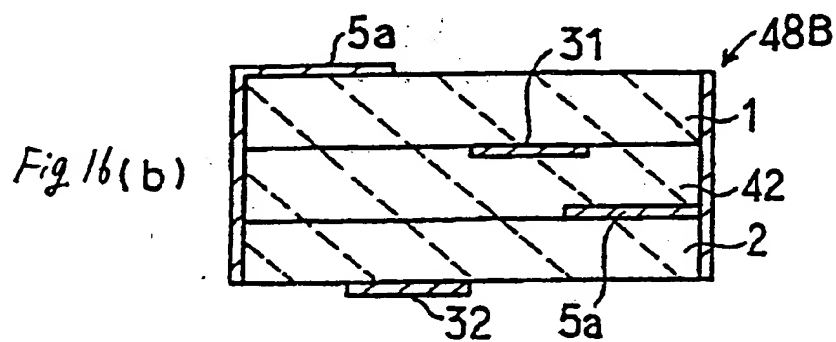
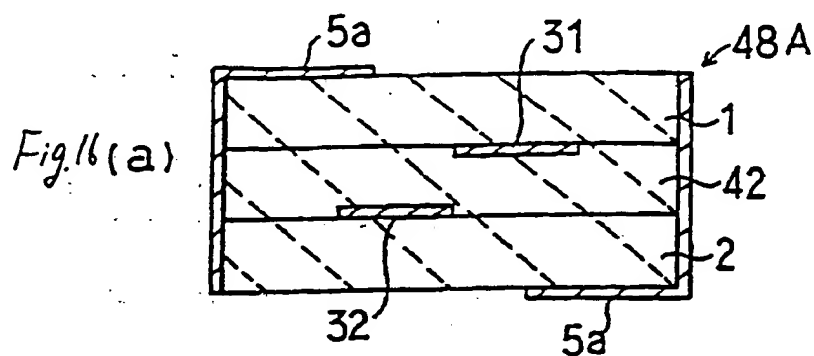
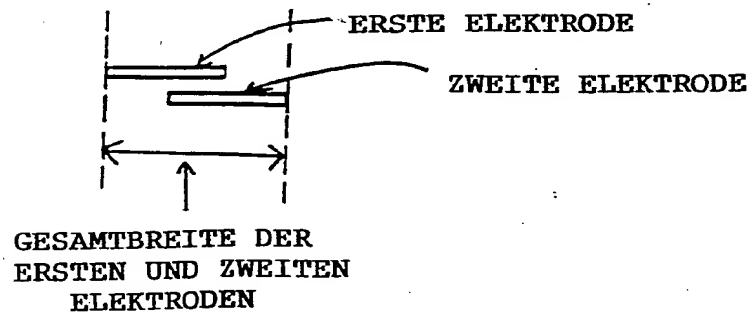
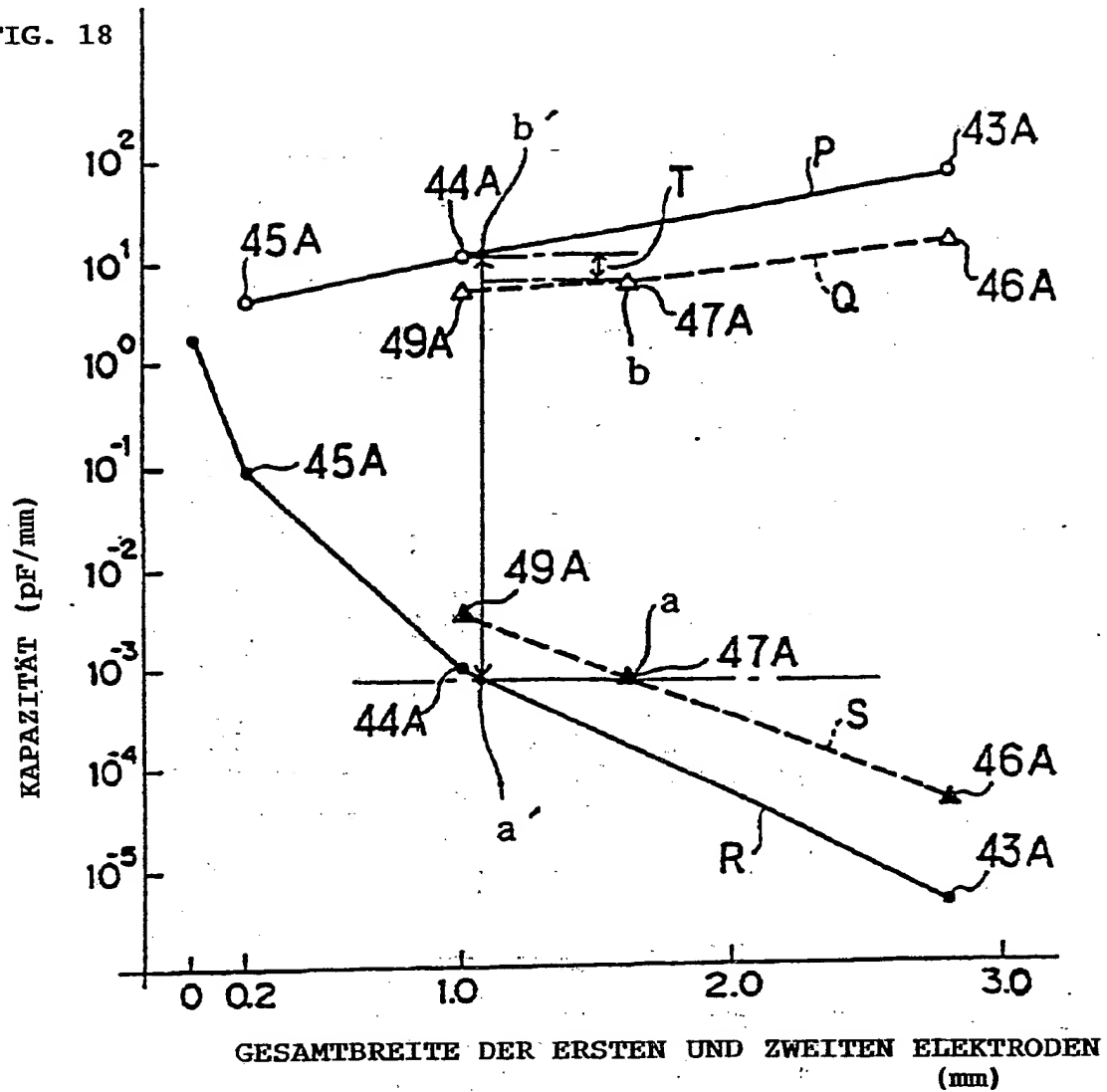
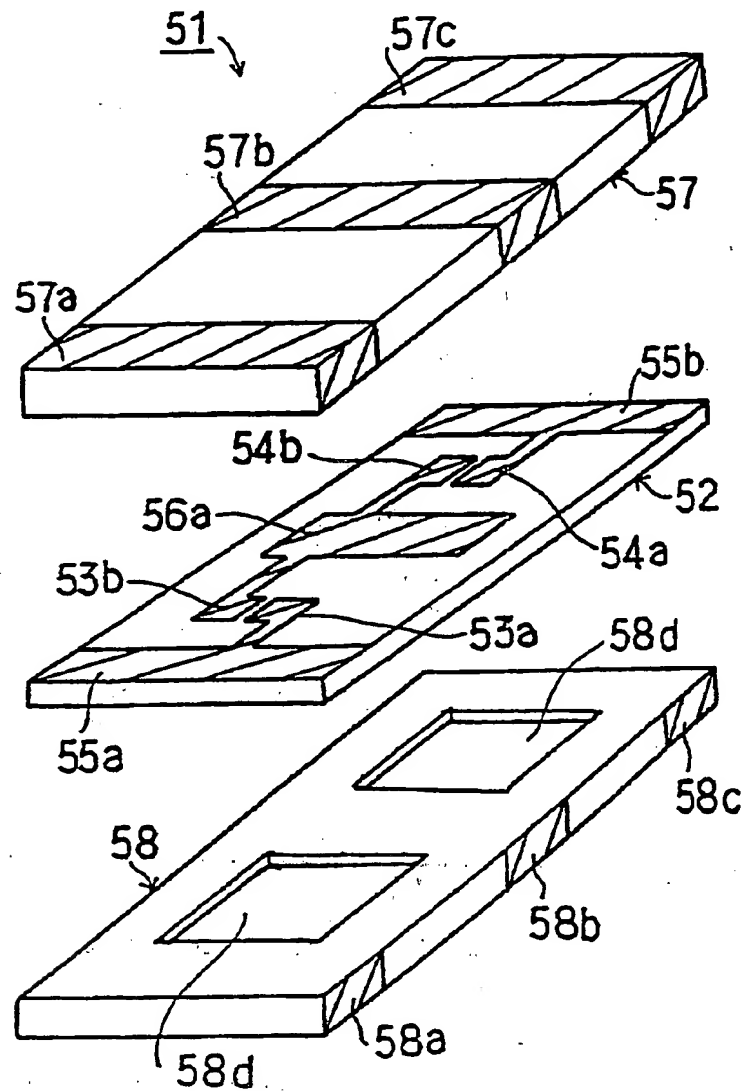


FIG. 18



STAND DER TECHNIK

Fig. 19



STAND DER TECHNIK

Fig. 20

